



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de tesis

**Análisis del estado actual, potencial y la
confrontación de los suelos en condiciones
húmedas, finca Santa Isabel, Muelle de los
Bueyes, 2023**

Autor(es)

**Br. Seidilitz Moraga Jaime
Br. Rafael Jerónimo Martínez Espinoza**

Asesor(a)

Ing. MSc. Carmen Margarita Castillo Cerna

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero Agrícola

**Managua, Nicaragua
Octubre, 2023**

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrícola

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico esta investigación primeramente a Dios, por ser el guía de mi vida y poder culminar con éxito este proceso.

A mis padres Heidi Jaime Baltodano y Saúl Moraga González por su amor, apoyo y sacrificios para lograr esta meta.

A mis hermanas Stryckberly Moraga Jaime y Kathleen Moraga Jaime por su amor incondicional.

Seidilitz Moraga Jaime

“la única lucha que se pierde es la que se abandona”

Quiero dedicarle este trabajo primeramente a Dios todo poderoso, por darme la vida, fortaleza, sabiduría, paciencia.

A mis padres Ramón Rafael Martínez Zamora, Rosa Ana Espinoza Rodríguez quienes son parte fundamental en mi vida, por su apoyo incondicional, moral, económico, en todos estos años.

A mi hermano, Ramón Antonio Martínez Espinoza, familiares, docentes y amigos quienes han estado presentes en este camino siempre brindándome su apoyo, cariño y amistad.

Rafael Jerónimo Martínez Espinoza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme salud, sabiduría, entendimiento, fuerza, y fortaleza para poder culminar mi carrera con éxito.

A mis padres, **Heidi Jaime Baltodano** y **Saúl Moraga González**, por el esfuerzo y apoyo que me brindaron durante toda esta etapa.

A mis hermanas, **Stryckberly Moraga Jaime**, **Kathleen Moraga Jaime** y familiares por todo el amor y apoyo que recibí.

A mi asesora, **MSc. Carmen Castillo Cerna**, por todo el apoyo, comprensión, esfuerzo y paciencia que realizó para que lograra esta meta.

A mi compañero **Rafael Martínez**, por la paciencia y el apoyo durante todos estos años, fue un placer trabajar con una persona tan noble como vos.

A mi compañera **Thelma Álvarez**, por estar a mi lado brindándome apoyo y cariño en los buenos y malos momentos.

A la **Universidad Nacional Agraria (UNA)**, por abrirme las puertas y haberme integrado como profesional.

Seidilitz Moraga Jaime

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de llegar a culminar una etapa más en mi vida profesional.

A mis padres Ramón Rafael Martínez Zamora quien en todos estos años ha dado su vida en apoyarme desde el inicio; a mi madre Rosa Ana Espinoza Rodríguez, por ayudarme en cada etapa de mi vida; ambos por sus consejos de superación, por la formación que me han brindado desde pequeño, bases formadoras de este camino.

A mi asesora Ing., MSc; Carmen Margarita Castillo Cerna, por haberme guiado, por su tiempo empleado durante este proceso y acompañarme en el dominio de mis conocimientos a nivel superior. “educar a una persona no es hacerle aprender algo que no sabía, sino hacer de él alguien que no existía” Muchas gracias por toda profesora.

A mi compañera Seidilitz Moraga Jaime quien todos estos años ha estado presente en los buenos y malos momentos, una excelente persona, en quien puedo confiar, una verdadera amistad. Tu motivación y determinación son de gran inspiración en todos estos años, tu paciencia y dedicación en este transcurso y sobre todo tu excepcional ética de trabajo en nuestro último proyecto juntos.

A mi compañera Thelma Del Carmen Álvarez Conto, el compañerismo que siempre hemos tenido desde hace tiempo ha sido inspiración para más de uno, por tu paciencia y consejos, por tu acompañamiento en los momentos más delicados, los verdaderos amigos son una bendición. “Los hermanos no siempre son amigos, pero los amigos siempre serán hermanos”.

A las autoridades de la Universidad Nacional Agraria por permitirme finalizar este proceso de aprendizaje en mi vida estudiantil.

A todo el personal docente del departamento de Ingeniería Agrícola.

Rafael Jerónimo Martínez Espinoza

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. Generalidades del suelo	3
3.2. Uso actual del suelo	3
3.3. Clasificación agrologica	4
3.3.1. Los suelos según la USDA se clasifican en ocho clases agrológicas:	4
3.3.2. Subclases de capacidad	7
3.4. Unidad de capacidad del suelo	9
3.5. Conflictos de uso de la tierra	9
3.5.1. Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	9
3.5.2. Tierras en conflicto por sobreutilización ligera	10
3.5.3. Tierras en conflicto por sobreutilización moderada	10

3.5.4. Tierras en conflicto por sobreutilización severa	10
3.5.5. Tierras en conflicto por subutilización ligera	10
3.5.6. Tierras en conflicto por subutilización moderada	11
3.5.7. Tierras en conflicto por subutilización severa	11
3.6. Plano de suelo	11
3.7. Sistema de Información Geográfica (SIG)	12
3.8. Elaboración de un plano topográfico	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1. Ubicación del estudio	15
4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	17
4.3. Manejo del ensayo y metodología	18
4.4. Datos o variables evaluados	19
4.5. Análisis de datos	23
4.6. Manejo de factores no sujetos a evaluación	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1. Uso actual del suelo de la finca Santa Isabel	25
5.2. Uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel	27
5.3. Confrontación de uso de la finca Santa Isabel	29
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
VIII. LITERATURA CITADA	33
IX. ANEXOS	35

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Características de los suelos representativos de la finca Santa Isabel	27
2.	Clases de uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel	29
3.	Categorías de confrontación uso del suelo de la finca Santa Isabel	31

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Mapa de ubicación del área de estudio	15
2.	Cronograma de actividades	18
3.	Plano de uso actual	26
4.	Plano de uso potencial	28
5.	Plano de confrontación de uso	30

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Datos generales para determinar uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel	36
2.	Formato de descripción del suelo	39
3.	Leyenda para interpretar la clasificación agrológica	40
4.	Cinta de pH	41

RESUMEN

Los suelos de Nicaragua se han clasificado en órdenes taxonómica, dependiendo del origen de formación geológica, también son clasificado en clases agrológicas que es un sistema de ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Este ordenamiento proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola. El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el estado actual, el uso potencial y la confrontación de uso de los suelos en condiciones húmedas con el fin de determinar las clases agrológicas aplicando la metodología de la USDA para lograr diseñar una matriz de conflicto de uso del suelo. La investigación se efectuó en el periodo de enero a julio del 2023, en la finca Santa Isabel, Muelle de los Bueyes. Para este estudio se realizaron recorridos por toda el área logrando observar el uso de las diferentes actividades agropecuarias implementadas en la finca, también se realizó un muestreo a través de barrenadas utilizando el método de transeptos con un total de 43 barrenadas para lograr determinar el uso potencial por medio de la clasificación agrológica, por último, se diseñó una matriz de conflicto de uso. Se generaron planos de diferentes usos de suelo empleado en el software Sistema de información Geográfica estableciendo los valores cuantitativos y sus áreas correspondientes entre las que se destacan cultivo 0.0392 mz representando un 0.07% y ganadería con una extensión de 55.9608 mz representando un 99.93%, obteniendo a través de la metodología de la USDA corregida por Klingebiel y Montgomery que la finca presenta suelo de clase IV y VI.

Palabras clave: Clasificación agrológica, Degradación, manejo de agrícola, plano.

ABSTRACT

The soils of Nicaragua have been classified into taxonomic orders, depending on the origin of geological formation, they are also classified into agrological classes, which is a systematic ordering system of a practical and interpretive nature, based on the natural aptitude of the soil to constantly produce under continuous treatment and specific uses. This arrangement provides basic information that shows the problems of soils under the aspects of use limitations, needs and management practices that they require and also provides elements of judgment necessary for the formulation and programming of comprehensive agricultural development plans. The study was carried out with the objective of evaluating the current state, potential use and confrontation of soil use in humid conditions in order to determine the agrological classes applying the USDA methodology to design a use conflict matrix. ground. The investigation was carried out in the period from January to July 2023, on the Santa Isabel farm, Muelle de los Bueyes. For this study, tours were carried out throughout the area, observing the use of the different agricultural activities implemented on the farm. Sampling was also carried out through boreholes using the transept method with a total of 43 boreholes to determine the potential use. Through the agrological classification, finally, a use conflict matrix was designed. Plans of different land use used in the Geographic Information System software were generated, establishing the quantitative values and their corresponding areas, among which crops stand out, 0.0392 Mz, representing 0.07%, and livestock, with an area of 55.9608 Mz, representing 99.93%, obtaining through the USDA methodology corrected by Klingebiel and Montgomery that the farm has class IV and VI soil.

Keywords: Agrological classification, Degradation, agricultural management, plan.

I. INTRODUCCIÓN

Zuñiga (2012) afirma que:

Los suelos de Nicaragua se han clasificado en órdenes principales, dependiendo del origen, también se clasificaron en clases agrológicas es un sistema de evaluación que van buscando la idoneidad de los suelos para usos generales (cultivos, pastos y bosques) pero no para usos concretos (maíz, patata, girasol, cerezo, etc), al ser categóricos establecen la clasificación a varios niveles o categorías, por ejemplo, clase, subclase y unidad. Los más utilizados son las Clases Agrológicas y el sistema FFC (clasificación de la capacidad inherente de fertilidad) (p.6).

Según González (1989):

“Los suelos de áreas tropicales húmedas (como en el sector este de Nicaragua), se encuentran sometidos a temperaturas altas, a un exceso de lluvias y meteorización, resultante en una acidificación creciente según el rigor de estos elementos climáticos mencionados” (p. 6).

En la Región Autónoma del Caribe Sur (RACCS), la mayor parte del territorio presenta una topografía plana y alguna parte ondulada, con un clima de trópico húmedo, lo cual facilita que se realice agricultura, pero con prácticas inadecuadas de manejo y usos de suelos que no corresponden a su vocación productiva, esto ha provocado la compactación de los suelos, erosión y disminución de la fertilidad.

El uso actual de estas tierras es bastante variado, su principal uso es agricultura de subsistencia en forma migratoria y la ganadería extensiva; también en menor escala los cultivos perennes, y la explotación forestal irracional. El propósito de la investigación es evaluar el estado de los suelos en condiciones húmedas con el fin de conocer el uso actual del suelo, el uso potencial del suelo y determinar la confrontación del uso del suelo de la finca Santa Isabel, la sublínea de investigación que abordo en el estudio fue Manejo eficiente del suelo y agua en sistemas agrícolas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar el estado actual, potencial y la confrontación de los suelos en condiciones húmedas, finca Santa Isabel, Muelle de los Bueyes.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar a través de la observación el uso actual de los suelos en la finca.
- Determinar las clases agrologicas aplicando la metodología de la USDA.
- Elaborar plano de uso actual, potencial y de confrontación de uso de los suelos.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades del suelo

Según Nuñez (1985):

El termino suelo involucra el concepto edafológico (la influencia de las características del suelo en el desarrollo de las plantas) y en el concepto pedológico, al considerarlos un cuerpo natural producto de meteorización, cuyas características puede evaluarse siguiendo criterios establecidos en un sistema d clasificación de suelos aceptados internacionalmente, y con base en ellos, definir los procesos pedogenéticos que han actuado produciendo el suelo. (p.13)

Es un material parental no consolidado sobre la superficie de la tierra, que sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas y que ha estado sujeto e influenciado por factores genéticos y del medio ambiente que son: el material parental, el clima (incluyendo humedad y efecto de temperatura), organismos y topografía, actuando dentro de un periodo de tiempo y originando un producto, suelo, que difiere del material del cual se deriva, en muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas. (p.13)

3.2. Uso actual del suelo

Sobejano (2010) define que:

Se define como la actividad o actividades de tipo agrícola, pecuaria, forestal o de otro tipo, que el hombre desarrolla para realizar la explotación y aprovechamiento del recuso suelo, involucrando otros recursos como el hídrico. El uso que el hombre da al suelo determina en gran medida la sostenibilidad ambiental y económica de los recursos. Por ello, se considera este parámetro como uno de los determinantes en la aplicación de los criterios de zonificación. (p.33)

3.3. Clasificación agrologica

Según Klingebiel y Montgomery (1961):

Es una de varias agrupaciones interpretativas hecha principalmente para fines agrícolas, al igual que con todas las agrupaciones interpretativas la clasificación de capacidades comienza con las unidades individuales de cartografía del suelo, que son piedras de construcción del sistema, en esta clasificación, los suelos cultivables se agrupan según sus potencialidades y limitaciones para la producción sostenida de los cultivos comunes que no requieren acondicionamiento o tratamiento especializado del sitio. Los suelos no cultivables (suelos inadecuados para el uso sostenido a largo plazo) se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo con sus riesgos de daño al suelo si se manejan mal. (p.1)

3.3.1. Los suelos según la USDA se clasifican en ocho clases agrológicas:

Klingebiel y Montgomery (1961) define que:

clase I: Los suelos de la clase I no tienen, o sólo tienen ligeras, limitaciones permanentes o riesgos de erosión. Son excelentes. Pueden cultivarse con toda seguridad empleando métodos ordinarios. Estos suelos son profundos, productivos, de fácil laboreo y casi llanos. No presentan riesgo de encharcamiento, pero tras un uso continuado pueden perder fertilidad. (p.6)

Cuando los suelos de esta clase se emplean para cultivo, necesitan labores que mantengan su fertilidad y preserven su estructura. Entre ellas se cuentan el abonado, la aplicación de la caliza, las cubiertas vegetales o el abonado en verde y también la aplicación de restos de la cosecha, además de las rotaciones de cultivos. (p.6)

clase II: Esta clase la integran suelos sujetos a limitaciones moderadas en el uso. Presentan un peligro limitado de deterioro. Son suelos buenos. Pueden cultivarse mediante labores adecuadas, de fácil aplicación. (p.7)

Estos suelos difieren de los de la clase I en distintos aspectos. La principal diferencia estriba en que presentan pendiente suave, están sujetos a erosión moderada, su profundidad es mediana, pueden inundarse ocasionalmente y pueden necesitar drenaje. Cada uno de estos factores requiere atención especial. Los suelos pueden necesitar prácticas comunes, como cultivo a nivel, fajas, rotaciones encaminadas a la conservación de los mismos, mecanismos de control del agua o métodos de labranza peculiares. Con frecuencia requieren una combinación de estas prácticas. (p.7)

clase III: Los suelos de esta clase se hallan sujetos a importantes limitaciones en su cultivo. Presentan serios riesgos de deterioro. Son suelos medianamente buenos. Pueden cultivarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento pertinente. Sus pendientes son moderadas, el riesgo de erosión es más severo en ellos y su fertilidad es más baja. (p.7)

Sus limitaciones y sus riesgos son mayores que los que afectan a la clase anterior, estas limitaciones con frecuencia restringen las posibilidades de elección de los cultivos o el calendario de laboreo y siembra. (p.7)

Requieren sistemas de cultivo que proporcionen una adecuada protección vegetal, necesaria para defender al suelo de la erosión y para preservar su estructura (fajas, terrazas, bancales, etc). Puede cultivarse en ellos el heno u otros cultivos herbáceos en lugar de los cultivos de surco. Necesitan una combinación de distintas prácticas para que el cultivo sea seguro. (p.7)

clase IV: Esta clase está compuesta por suelos con limitaciones permanentes y severas para el cultivo, pueden cultivarse ocasionalmente si se les trata con gran cuidado. Generalmente deben limitarse a cultivos herbáceos. (p.8)

Los suelos de esta clase presentan características desfavorables. Con frecuencia se hallan en pendientes fuertes sometidos a erosión intensa. Su adecuación para el cultivo es muy limitada. Generalmente deben ser dedicados a heno o a pastos, aunque puede obtenerse de ellos una cosecha de grano cada cinco o seis años. En otros casos puede tratarse de suelos someros o moderadamente profundos, de fertilidad baja, o localizados en pendientes. (p.8)

clase V: Los suelos de esta clase deben mantener una vegetación permanente. Pueden dedicarse a pastos o a bosques. La tierra es casi horizontal. Tienen escasa o ninguna erosión. Sin embargo, no permiten el cultivo, por su carácter encharcado, pedregoso, o por otras causas. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cubierta vegetal. (p.9)

clase VI: Los suelos de esta clase deben emplearse para el pastoreo o la silvicultura y su uso entraña riesgos moderados. Se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y no son adecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte, o son muy someros. No se debe permitir que el pastoreo destruya su cubierta vegetal. (p.9)

La tierra de la clase VI es capaz de producir forraje o madera cuando se administra correctamente. Si se destruye la cubierta vegetal, el uso del suelo debe restringirse hasta que dicha cubierta se regenere. (p.9)

clase VII: Los suelos de esta clase se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Son suelos situados en pendientes fuertes, erosionados, accidentados, someros, áridos o inundados. Su valor

para soportar algún aprovechamiento es mediano o pobre y deben manejarse con cuidado. (p.10)

En zonas de pluviosidad fuerte estos suelos deben usarse para sostener bosques. En otras áreas, se pueden usar para pastoreo; en este último caso debe extremarse el rigor y el cuidado en su manejo. (p.10)

clase VIII: Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni para pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos. Suelos esqueléticos, pedregosos, rocas desnudas, en pendientes extremas, etc. (p.10)

3.3.2. Subclases de capacidad

Klingebiel y Montgomery (1961) define que:

Son grupos de unidades de capacidad dentro de las clases que tienen limitaciones dominantes para el uso agrícola como resultado del suelo, algunos suelos están sujetos a erosión si no están protegidos, otros son naturalmente húmedos y deben drenarse si se van a cultivar algunos suelos, son poco profundos o secos o tienen otras deficiencias del suelo. (p.10)

subclase por limitación de erosión (e)

La subclase (e) de erosión está compuesta por suelos donde la susceptibilidad a la erosión es el problema o peligro dominante en su uso. La susceptibilidad a la erosión y los daños por erosión pasados son los principales factores del suelo para clasificar los suelos en esta subclase. (Klingebiel y Montgomery, 1961, p.11).

erosión

Desgaste de la superficie terrestre por desprendimiento y transporte de materiales de suelo y rocas mediante la acción del agua en movimiento, el viento u otros agentes geológicos. (Klingebiel y Montgomery, 1961, p.19).

subclase por limitación de humedad (h)

Exceso de agua está formada por suelos donde el exceso de agua es el peligro dominante o la limitación en su uso. El drenaje deficiente del suelo, la humedad, el alto nivel freático y el desbordamiento son los criterios para determinar qué suelos pertenecen a esta subclase. (Klingebiel y Montgomery, 1961, p.12).

subclases por limitación de suelo (s)

Las limitaciones del suelo de la subclase dentro de la zona de raíces incluyen, como implica, suelos que tienen limitaciones tales como poca profundidad de las piedras de enraizamiento bajan capacidad de retención de humedad baja fertilidad difícil de corregir salinidad o sodio. (Klingebiel y Montgomery, 1961, p.12).

subclase por limitaciones de clima (c)

Está formada por suelos donde el clima (temperatura o falta de humedad) es el único peligro o limitación importante en su uso. Las limitaciones impuestas por la erosión, el exceso de agua, los suelos poco profundos, las piedras, la baja capacidad de retención de humedad, la salinidad o el sodio pueden modificarse o superarse parcialmente y tener prioridad sobre el clima al determinar las subclases. (Klingebiel y Montgomery, 1961, p.12).

3.4. Unidad de capacidad del suelo

Según Klingebiel y Montgomery (1961) define que:

Es una agrupación de una o más unidades individuales de mapeo de suelos que tengan potenciales similares y limitaciones o peligros continuos. Los suelos en una unidad de capacidad son suficientes uniforme para producir similares tipos de cultivos y las plantas de pastoreo con prácticas de manejo similares, requieren tratamiento de conservación similar y la gestión en el marco del mismo tipo y condición de cubierta vegetal, para tener una productividad potencial comparable. La unidad de capacidad condensa y simplifica la información de suelos para planificación de tramos individuales de tierra, campo por campo, unidades de capacidad con la clase y subclase, las cuales proporcionarían información sobre el grado de limitación, tipo de problemas de conservación y las prácticas de gestión necesario. (p.2)

3.5. Conflictos de uso de la tierra

Los conflictos de uso de tierra se determinan para conocer si las actividades realizadas sobre un tipo o unidad de suelo, genera degradación (sobreutilización) o no en él, o si por el contrario la actividad genera un desaprovechamiento (subutilización) en su uso, tomando en cuenta la capacidad de uso y el uso actual de las tierras. (Guerra, 2014, p.55)

3.5.1. Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado

“Hace referencia a las tierras que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin que el recurso suelo presente deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas sin deteriorar la base natural de los recursos”. (Guerra, 2014, p.9)

3.5.2. Tierras en conflicto por sobreutilización ligera

Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, disminución de fertilidad y el deterioro de la flora y fauna. (Guerra, 2014, p.9)

3.5.3. Tierras en conflicto por sobreutilización moderada

Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos. (Guerra, 2014, p.9)

3.5.4. Tierras en conflicto por sobreutilización severa

Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas. (Guerra, 2014, p.9)

3.5.5. Tierras en conflicto por subutilización ligera

“Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso, manifestando una ligera inconsistencia, teniendo productividad diferente a la potencial de los suelos” (Guerra, 2014, p.9).

3.5.6. Tierras en conflicto por subutilización moderada

“Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso, afectando los niveles de productividad de los suelos mediante el uso inadecuado del recurso” (Guerra, 2014, p.9).

3.5.7. Tierras en conflicto por subutilización severa

“Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso, subutilizando el recurso natural en un grado severo; los suelos no son utilizados correctamente según su uso potencial” (Guerra, 2014, p.9).

3.6. Plano de suelo

Pueden ser de dos tipos:

planímetro: se encarga de representar accidentes naturales y artificiales del terreno tales como quebrados, lagos, linderos, obras de construcción, caminos, fincas, etc. (Gámez, 2015, p.22)

altimétricos: en el plano altimétrico, además de lo que representa el plano planímetro, se representa el relieve del terreno (distancia vertical o elevaciones) por medio de las curvas de nivel, en el dibujo topográfico además del dibujo en planta, el perfil y las secciones transversales, hay necesidad de hacer cálculos gráficos, luego la precisión en la localización de los puntos y líneas sobre el plano es un factor importante. Como las áreas en topografía son pequeñas, se pueden representar sobre un plano construido con proyecciones ortogonales (coordenadas planas), así un punto se puede localizar por sus dos coordenadas o por sus ángulos y distancias (Gámez, 2015, p.22-23).

Lo que debe aparecer en un plano:

Es importante en todo plano, hacer las especificaciones que permitan su correcta interpretación, de manera que este debe de contener la siguiente información:

- Espacio apropiado y debidamente situado para indicar a manera de título.
- Propósito del plano o proyección para el cual se va a usar.
- Nombre de la región levantada.
- Nombre del topógrafo o ingeniero.
- Nombre del dibujante y fecha.
- Escala numérica.
- Escala grafica del plano e indicación de la escala a la cual se dibujó.
- Dirección norte-sur.
- Indicaciones de los signos convencionales usados.

3.7. Sistema de Información Geográfica (SIG)

González (2017) define que:

Es un conjunto de herramientas compuestos por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos, también puede verse como un modelo informatizado de la realidad geográfica para satisfacer unas necesidades de información concreta, esto es, crear, compartir y aplicar información útil basada en datos y en mapas. (p.6)

“ArcGIS es un conjunto de herramientas que permiten la visualización y manejo de información geográfica, y que cuenta con una arquitectura extensible mediante la que pueden añadirse nuevas funcionalidades” (p.6).

3.8. Elaboración de un plano topográfico

Según Environmental Systems Research Institute (ESRI) (2018):

elegir un plano base

Los planos deberían cumplir una misión significativa, como explicar una historia, presentar una idea o ilustrar una situación. Para ello, debería incluir mapas base y capas que tengan una buena cartografía, trabajar a varias escalas, dibujar rápidamente, contener información precisa y divulgadora, dirigirse a una audiencia específica y tener leyendas visibles si la simbología no es intuitiva. (parr.1)

agregar capas

Las capas son el contenido de tu historia. Pueden incluir temas relacionados con personas, la Tierra, la vida y las imágenes. Tu mapa puede tener una o más capas. Reuniendo varias capas o fuentes de datos en un solo mapa, puedes ayudar a contar una historia más interesante. Sin embargo, ten cuidado de no agregar tantas cosas en un mapa que resulte difícil de leer. Asimismo, la audiencia podrá entender mejor el mapa si añade algunas entidades que no forman parte de una capa existente. Por ejemplo, es posible que quiera añadir algunas fotografías y títulos en un perímetro de incendio reciente. Puedes agregar entidades al agregar una capa de notas del mapa o importar entidades de un archivo.

cambiar estilos

Es posible aplicar distintos estilos a datos geográficos en un mapa. Si quieres cambiar el estilo de una capa, dispones de varias opciones de aplicar estilos a los datos, junto con opciones para cada uno de ellos. Las opciones que se ven dependen de las propiedades de los datos. Puedes elegir diversos símbolos para representar las entidades que has agregado al mapa. Por ejemplo, las masas y arroyos se deben mostrar con un color azul constante individual. Las carreteras deben simbolizarse según la clase de carretera. Los eventos sísmicos, como los terremotos, deben

representarse con símbolos graduados según su magnitud y los polígonos deben clasificarse según el uso del suelo.

configurar elementos emergentes

Las ventanas emergentes muestran información relacionada con los atributos de cada capa de entidades del mapa, como senderos, valores de tierras o tasas de desempleo. Pueden mostrar adjuntos, imágenes y gráficos y se pueden vincular con páginas web externas. El aspecto predeterminado de la ventana emergente de una capa es una lista sencilla de atributos y valores. Puedes reconfigurar las ventanas emergentes para definir la lista de campos visibles y campos ocultos y la manera de presentar esa información. Por ejemplo, puedes mostrar una lista de atributos o proporcionar una experiencia interactiva más rica para visualizar y comparar entidades en una capa específica a través de gráficos y texto con formato personalizado.

guardar plano

Cuando hayas creado un mapa, puedes guardarlo como elemento privado en Mi contenido.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

La Finca Santa Isabel se encuentra ubicada en el municipio Muelle de los Bueyes, Comarca Aguas Calientes a 258 km de Managua, con las coordenadas 84°49'39.11" longitud Oeste y 12°09'98" latitud Norte, altitud de 48.49 msnm, limitando al Norte con la comarca Cedro Macho, al Sur con la Comarca La Pintada, y al Oeste con la Comarca Los Tanques, cuenta con una extensión de 56 mz.

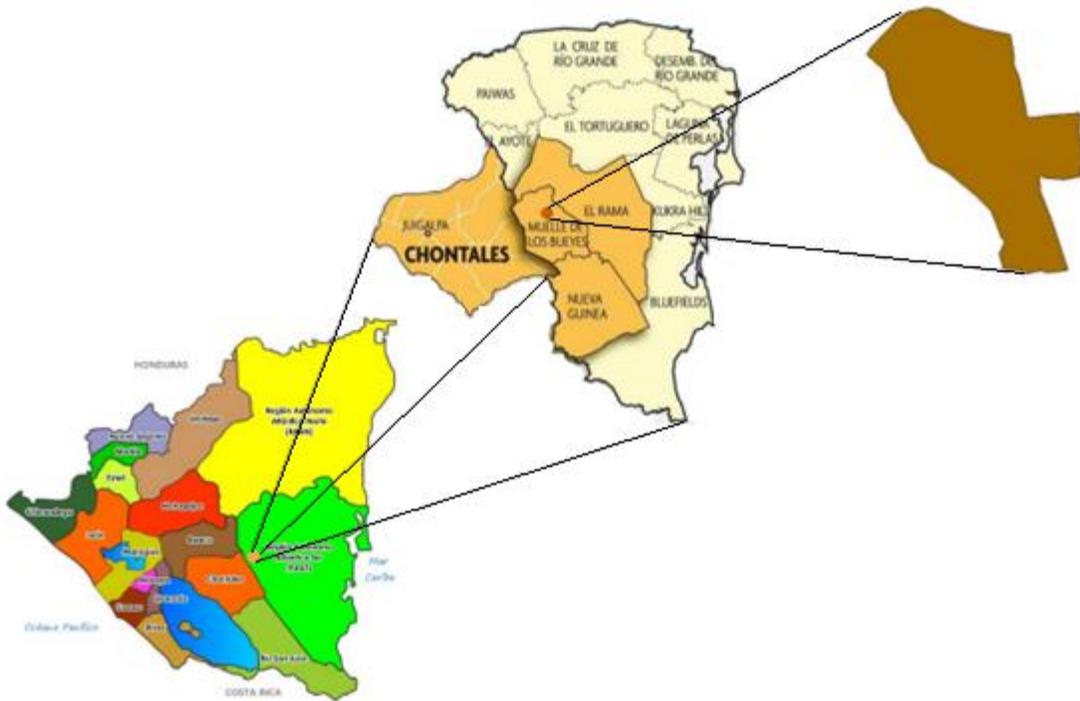


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

4.1.1. Suelo

Según Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN) (2023):

Los suelos de las comarcas de Muelle de los Bueyes son principalmente de vocación forestal y pecuaria, para bosques de latifoliadas y para ganadería de engorde, este último uso por no presentar limitaciones de tipo monzónico y la existencia de drenajes que permiten el desarrollo de pastizales de humedad, en los que el ganado puede pastar gran parte del año; estos suelos se caracterizan por albergar ecosistemas frágiles. (p.8)

La clasificación de suelos de acuerdo con la capacidad de uso de la tierra (según Soil Conservation Service de USDA), los suelos predominantes en la zona son "no aptos para cultivos" y dentro de ella se clasifican principalmente como "suelos aptos para pastos" (clases IV, V, VI y VII) y "suelos aptos para bosques" (clases VI y VII). (p.8)

4.1.2. Clima

Muelle de los Bueyes tiene un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio anual de 26°C; es una zona regularmente lluviosa, el invierno dura aproximadamente 9 meses del año y su precipitación pluvial oscila entre 2,700 a 2,900 milímetros, está ubicado en la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical y bosque húmedo tropical. (URACCAN, 2023, p.1)

La investigación inició en el mes de enero y finalizó en el mes de julio del año 2023.

4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos

El diseño de la investigación es cualitativo, ya que constituye un método de investigación utilizado ampliamente por los científicos e investigadores que estudian el comportamiento y característica del suelo que determina la aptitud de este recurso.

4.2.1. Etapa de planificación

El estudio se inició con una reunión en el mes de enero participando la asesora y los tesistas, donde se definió el tema de investigación, la planificación de las visitas a campo, el compromiso y responsabilidad de los tesistas junto con la asesora, en la selección del área de estudio se tomó en cuenta la importancia del aprovechamiento del recurso suelo de la zona, las condiciones en que se encontraba y la carencia de información sobre el sitio.

Se realizaron visitas al centro nacional de investigación y documentación agropecuaria (CENIDA), de la Universidad Nacional Agraria, con el objetivo de consultar información acerca del área de estudio, metodología definida.

El diseño metodológico se definió entre la asesora y los tesistas, en este se fundamentan las visitas al área de estudio, levantamiento planimétrico, descripción de los perfiles de suelo para la clasificación agrologica según la USDA modificada en Klingebiel y Montgomery en 1961.

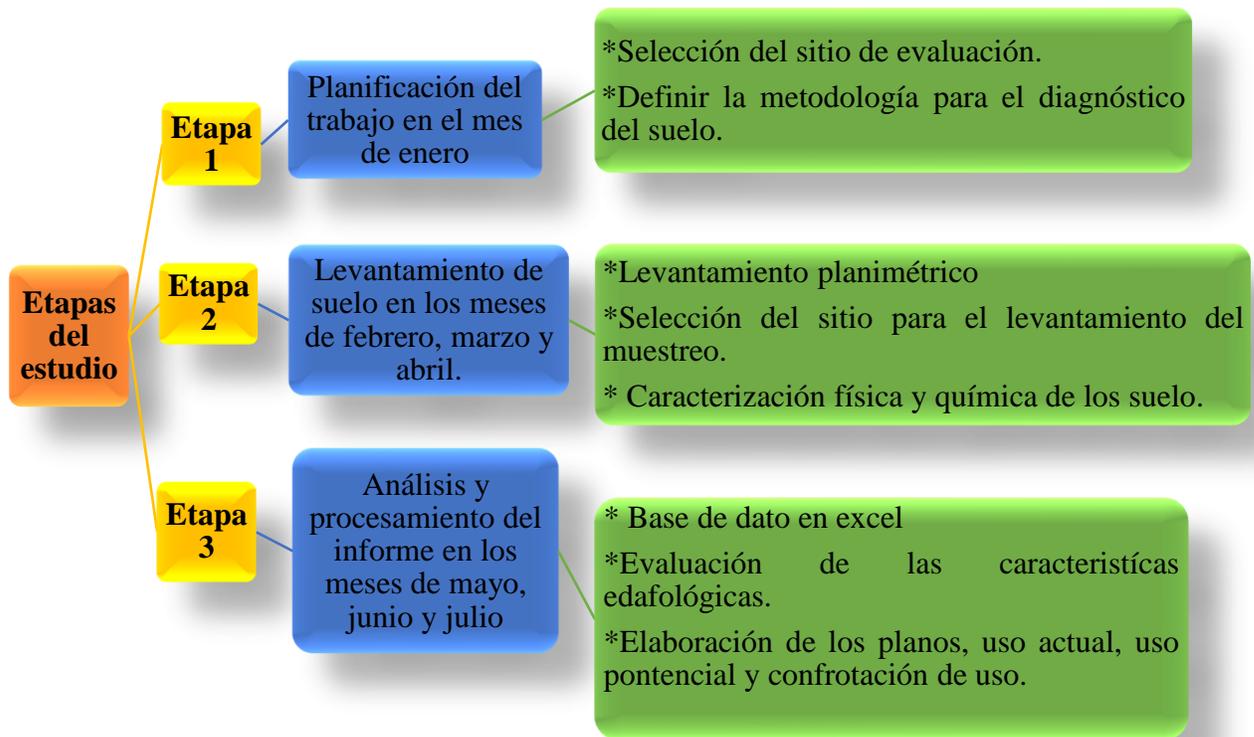


Figura 2. Cronograma de actividades

4.3. Manejo del ensayo y metodología

4.3.1. Etapa de campo

La etapa de campo inició el mes de febrero y finalizó en mayo 2023; donde se realizaron las siguientes actividades:

levantamiento planimétrico

Se realizó el estudio semidetallado de baja intensidad de toda el área utilizando el software Mobile Topographer con un margen de error de 1m, precisando puntos en cada uno de los límites de la finca obteniendo coordenadas en UTM, creando una base de datos en Microsoft Excel para la realización del plano base, utilizando una escala de 1: 10,000 con el fin de obtener una mejor precisión.

determinación de uso actual

Se inició con un recorrido por toda el área de la finca para realizar un diagnóstico determinando la cobertura presente y el uso que se está empleando en el terreno, según la metodología de la USDA, aplicando la observación detallada en las áreas, reflejando las diferentes actividades agropecuarias que están presentes en la zona, posteriormente se delimitaron las áreas según lo observado georreferenciando puntos utilizando un software de precisión.

determinación del muestreo de las barrenadas

El muestreo se realizó por transeptos en zig-zag que consistió en líneas cruzadas a una distancia desde 25 a 30 pasos desde cada punto seleccionado (Mendoza y Espinoza, 2017, p.19), de acuerdo con la topografía del terreno y su accesibilidad las observaciones se dividieron en tres sub-áreas: alta (15 muestreos), media (15 muestreos) y baja (13 muestreos) con un total de 43 barrenadas correspondientes a toda el área.

estudio descriptivo de las barrenadas

El muestreo se ejecutó por medio de barrenadas a una profundidad máxima de 1 m o hasta donde la presencia de estratos endurecidos lo permitieron, en total se realizaron 43 barrenadas, describiendo las características externas del sitio las cuales se registraron en boletas de campo.

4.4. Datos o variables evaluados

4.4.1. Características de los suelos

La metodología utilizada fue a nivel de campo a través del método de barrenadas, este consiste en perforar el suelo con un barreno de colcho esta etapa tiene como propósito definir las actividades que permitan la validación y caracterización de las unidades espaciales de los suelos por medio del trabajo de campo. Para tal propósito, se definieron los recorridos

para la validación, el sistema de muestreo, los materiales e instrumentos requeridos e identificar los sitios más representativos para la toma de muestras de suelos.

La selección del muestreo dependió de las condiciones edáficas, meteorológicas, geológicas e hidrogeológicas del sitio, la profundidad y accesibilidad del sitio de estudio y de los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras. Las variables que se caracterizaron fueron las siguientes:

profundidad efectiva: Es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensable, se determinó mediante la utilización de barrenos, el método de campo consistió en introducir el instrumento hasta donde el perfil cambiase de color, presentando un solo espesor que llegaba hasta los 100 cm de profundidad.

textura superficial: Es la propiedad física del suelo derivada de la composición granulométrica constituida por arena, limo y arcilla en el primer horizonte, se determinó aplicando el método del tacto consistiendo en tomar una pequeña muestra de suelo, humedeciéndola con agua para luego ser amasada entre los dedos hasta formar una pasta homogénea, se le realizaron figuras de diferentes tamaños y poder determinar su textura.

textura del subsuelo: Es la propiedad física del suelo derivada de la composición granulométrica constituida por arena, limo y arcilla en el segundo horizonte del suelo, se determinó aplicando el método del tacto consistiendo en tomar una pequeña muestra de suelo, humedeciéndola con agua para luego ser amasada entre los dedos hasta formar una pasta homogénea, se le realizaron figuras de diferentes tamaños y poder determinar su textura.

condiciones de drenaje: Se refiere a la frecuencia y duración de los periodos en los que el suelo está libre de saturación, se determinó observando los puntos más críticos de toda el área presentando una condición de humedad interna debido a las condiciones edafoclimáticas de la zona, donde las precipitaciones son muy concurrentes provocando la saturación del suelo, clasificándolo de acuerdo con los parámetros de drenajes, obteniendo un drenaje imperfecto.

pendiente: Es una forma de medir el grado de inclinación del terreno, se mide en función de dos elevaciones en el terreno, el punto más alto y el punto más bajo, dividida entre ellos y multiplicada por el cien por ciento.

presencia de gravas en la superficie y en el perfil: Se determinó mediante la combinación del método del tacto y la observación donde obtuvimos la presencia de gravas en cada barrenada del suelo.

evidencias de erosión: Se determinó mediante la observación en el terreno, generándose erosión hídrica debido al sobre humedecimiento en el suelo por las altas precipitaciones propias de la zona.

condiciones climáticas: Se obtuvo mediante una base de datos anuales determinados por la página web Weatherspark 2023, la precipitación de la zona es de 2700 a 2900 milímetros al año.

lixiviación de nutrientes: Es el fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles como arcilla, sales y nutrientes debido al movimiento del agua en el suelo, esto se realizó mediante la aplicación de ácido clorhídrico determinado que no reacciona al ácido.

pH: Es un parámetro importante que influye en diferentes factores del suelo, afectando el crecimiento de las plantas, se determinó mediante la cinta de pH Microessential Laboratory la cual es una cinta reactiva para medición de pH en suelo y agua, tiene un amplio rango desde ácido a alcalino, se colocó una muestra de suelo en un recipiente de cristal, se le aplicó agua destilada dejando reposar hasta que se sedimentó, después introducimos la cinta de pH en el líquido, dejamos secar la cinta y se comprobó la coloración con la muestra de la caja.

4.4.2. Determinación de uso potencial

Para determinar la Clasificación Agrológica de los suelos de la finca se utilizó el sistema propuesto por Klingebiel y Montgomery (1961) es un sistema atóxico que utiliza criterios

cualitativos, que definen la capacidad productiva del suelo (Intrínsecos: profundidad del suelo, textura/estructura, permeabilidad, pedregosidad, rocosidad, salinidad manejo del suelo; Extrínsecos: temperatura y pluviometría) y pendiente del terreno, grado de erosión, pH y materia orgánica.

Logrando formar quebrados para determinar las clases agrologicas:

Ejemplo:

$$\frac{2 \ 3 \ 3 \ 4}{D \ ee \ a_2} = IV$$

Donde:

2: Profundidad efectiva = moderadamente profunda

3: Textura superficial = arena franca muy fina

3: Textura sub-superficial = arena franca muy fina

4: Drenaje= drenaje imperfecto

D: Pendiente= 12%

ee: Erosión= erosión fuerte

a₂: Acidez del suelo= 2 frecuentemente ácido

4.4.3. Determinación de conflicto de uso del suelo

La clasificación agrológica se determinó con el propósito de obtener información para la evaluación y el conocimiento del uso potencial de los distintos tipos de suelos a nivel de finca; esta metodología se realizó mediante lo planteado por la USDA corregida por Klingebiel y Montgomery (1961) se basa de clasificar mediante de parámetros cualitativos que se realizan con ensayos de campo accesibles y de bajo costo para su aplicabilidad.

El conflicto de uso es la intercepción del uso actual con el uso potencial del suelo generando identificar las áreas de uso inadecuado (sobreutilización) o las áreas que están siendo desaprovechadas (subutilización).

En base a cada uno de los sistemas encontrados, se determinaron categorías de uso, en el cual se recomiendan los manejos adecuados para el suelo con respecto al planteamiento según la metodología de la USDA.

Se consultó información con respecto a la zona de estudio, recopilando escritos de carácter relevante, entre ellos se describió información como: documentos físicos, plano base de la zona, revisión de información que describen características agrológicas de la zona a como también información de la que se abordó desde sitios web.

Con respecto al material cartográfico, se encontró por medio de los propietarios de la zona, donde fue elaborado por el catastro territorial, lo que nos permitió observar con detalle y comprobar el área del terreno.

Se utilizó la cámara de teléfonos celulares, donde se obtuvo de formato JPG las fotografías referentes a los objetos capturados, también la utilización de un software de geoposicionamiento espacial (Mobile topographer) que nos permitió la obtención de las coordenadas tanto del área de estudio como de las barrenadas.

4.5. Análisis de datos

Los datos recopilados de los muestreos realizados en el estudio se digitalizaron en una base en Microsoft Excel para determinar su clasificación agrológica y posteriormente realizar planos en el Sistema de Información Geográfica (SIG).

4.6. Manejo de factores no sujetos a evaluación

4.6.1. Elaboración de planos en el Sistema de Información Geográfica (SIG)

Mediante el Sistema de Información Geográfico (SIG) se elaboraron los siguientes planos:

plano de uso actual

Se ingresaron las coordenadas en UTM a un libro de Excel 97-2003, a un software utilizando una escala de 1: 10,000 para una mayor apreciación del área total, luego se abre la tabla de atributos donde se comprueban los puntos, después se apertura la herramienta de Arc Catálogo y se crea un nuevo shapefile, después se activa la herramienta edit fiacture dándole start editing, se seleccionan los puntos y se unen los puntos hasta cerrar el polígono, se diferencias las áreas según un color determinado, procediendo a realizar el cajetín donde se incluirá el logo y nombre de la institución, nombre del autor, nombre del plano, leyenda, rosa de los vientos, escala numérica, ubicación y conteniendo también puntos de referencia importantes como: áreas de cultivo y ganadería.

plano de uso potencial

Se elaboró tomando como base el plano de uso actual de la finca, luego se agregaron las coordenadas UTM de los puntos de muestreos de suelo (barrenadas), se nombraron según su clase agrológica, en este caso se presentaron dos clases IV y VI diferenciándolas en el plano con puntos de color amarillo, luego se procedió a cambiarle el nombre al plano.

plano de confrontación de uso

Se elaboró un plano de confrontación tomando como base el plano de uso actual y el plano de uso potencial, en estas se determinó que en la parte baja del terreno estaba conformada por suelos de clasificación agrológica IV por lo que se diferenció con el color verde claro, en cambio las partes correspondientes a la media y alta del terreno se encontraron conformadas por suelos de clasificación agrológica clase VI y se representó con el color verde oscuro, por último, se cambió el nombre del plano.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Uso actual del suelo de la finca Santa Isabel

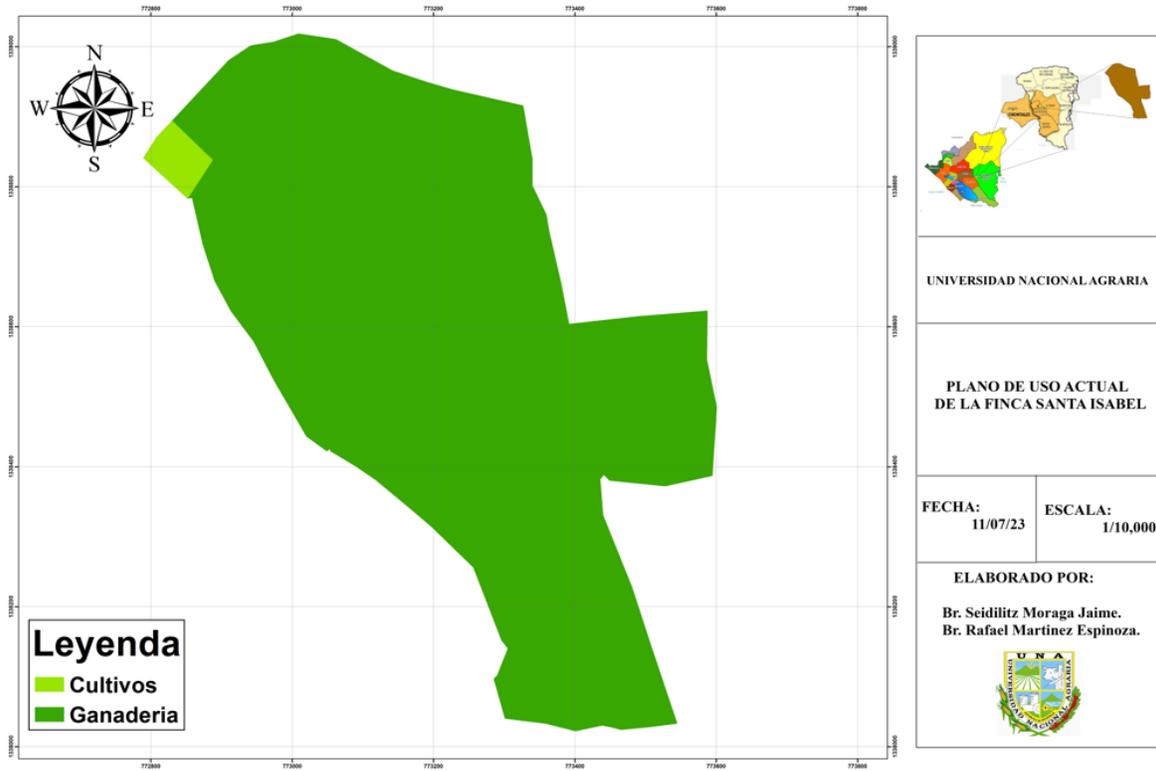


Figura 3. Plano de uso actual

Se logró definir en función de las actividades agrícolas y pecuarias que el productor tiene establecido, entre ellos un área de cultivo de coco, banano y caña de azúcar que representa un 0.07% correspondiente a 0.0392 mz y ganadería en el 99.93% correspondiente a 55.9608 mz con un área total de 56 mz.

Cuadro 1. Características de los suelos representativos de la finca Santa Isabel

Uso actual	Características	% área total
Cultivo	Suelos profundos, color café oscuro (10YR 4/3) y de textura arcillo limoso, con drenaje imperfecto, con pendientes entre 12% a 15%, pocas presencias de gravas, erosión hídrica, muy fuertemente ácidos, cultivo de coco, banano y caña de azúcar correspondiente a 0.0392 mz.	0.07
Ganadería	Suelos muy superficiales a profundos, color café oscuro (10YR 4/3) a café claro amarillento (10YR 6/4) y de textura arcillo limoso, arena franca muy fina y arcilloso, drenaje imperfecto, pendientes entre 12% a 30%, de poca a abundante presencia de gravas, degradación física, fuertemente ácido, pasto y ganado, correspondiente a 55.9608 mz.	99.93

5.2. Uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel

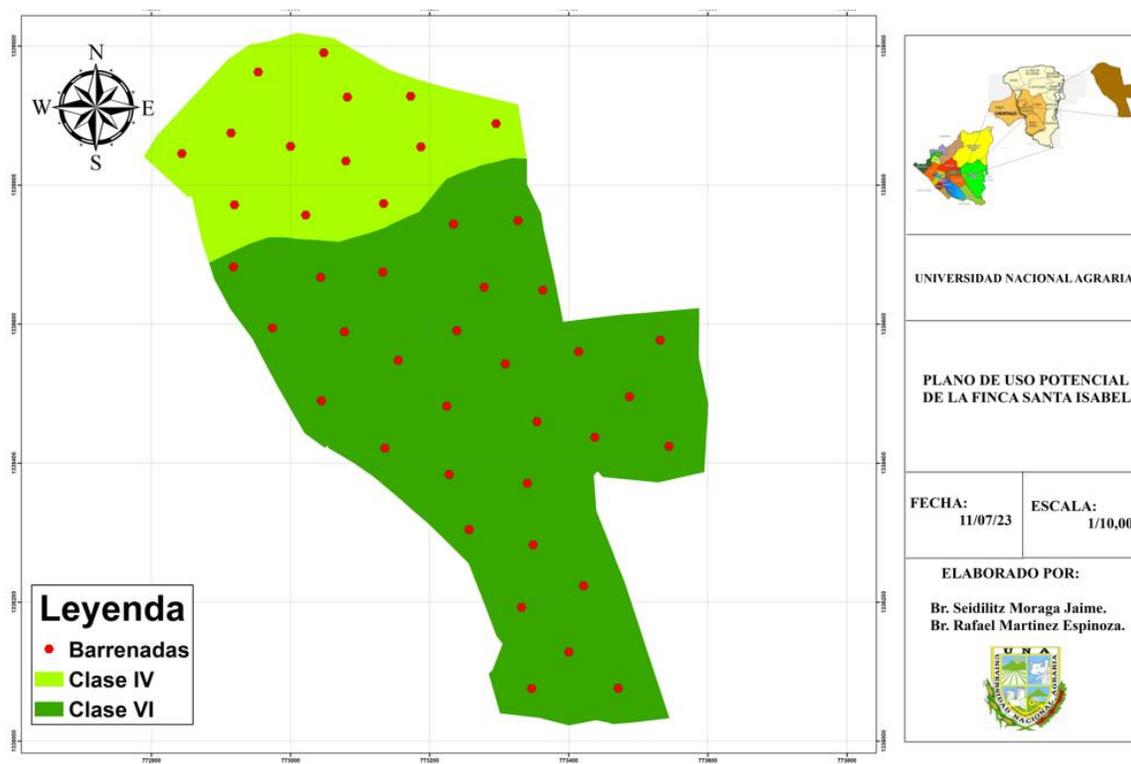


Figura 4. Plano de uso potencial

La evaluación de los suelos empleando la clasificación agrológica indica que el 30.23% correspondiente a 16.9388 mz del área total de la finca tiene vocación para pasto y el 69.7 % correspondiente a 39.0712 mz de la finca se considera para uso forestal.

Cuadro 2. Clases de uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel

Clase	Descripción	% área total
IV	<p>Esta clase está compuesta por suelos con limitaciones permanentes y severas para el cultivo. Pueden cultivarse ocasionalmente si se les trata con gran cuidado. Generalmente deben limitarse a cultivos herbáceos.</p> <p>Los suelos de esta clase presentan características desfavorables. Con frecuencia se hallan en pendientes fuertes sometidos a erosión intensa. Su adecuación para el cultivo es muy limitada. Generalmente deben ser dedicados a pastos, aunque puede obtenerse de ellos una cosecha de grano cada cinco o seis años. En otros casos puede tratarse de suelos someros o moderadamente profundos, de fertilidad baja, o localizados en pendientes.</p>	30.23
VI	<p>Los suelos de esta clase deben emplearse para el pastoreo o la silvicultura. Se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y no son adecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte, o son muy someros. No se debe permitir que el pastoreo destruya la cubierta vegetal.</p> <p>La tierra de la clase VI son capaces de producir forraje o madera cuando se administra correctamente. Si se destruye la cubierta vegetal, el uso del suelo debe restringirse hasta que dicha cubierta se regenere.</p>	69.77

Fuente: Klingebiel y Montgomery (1961)

5.3. Confrontación de uso de la finca Santa Isabel

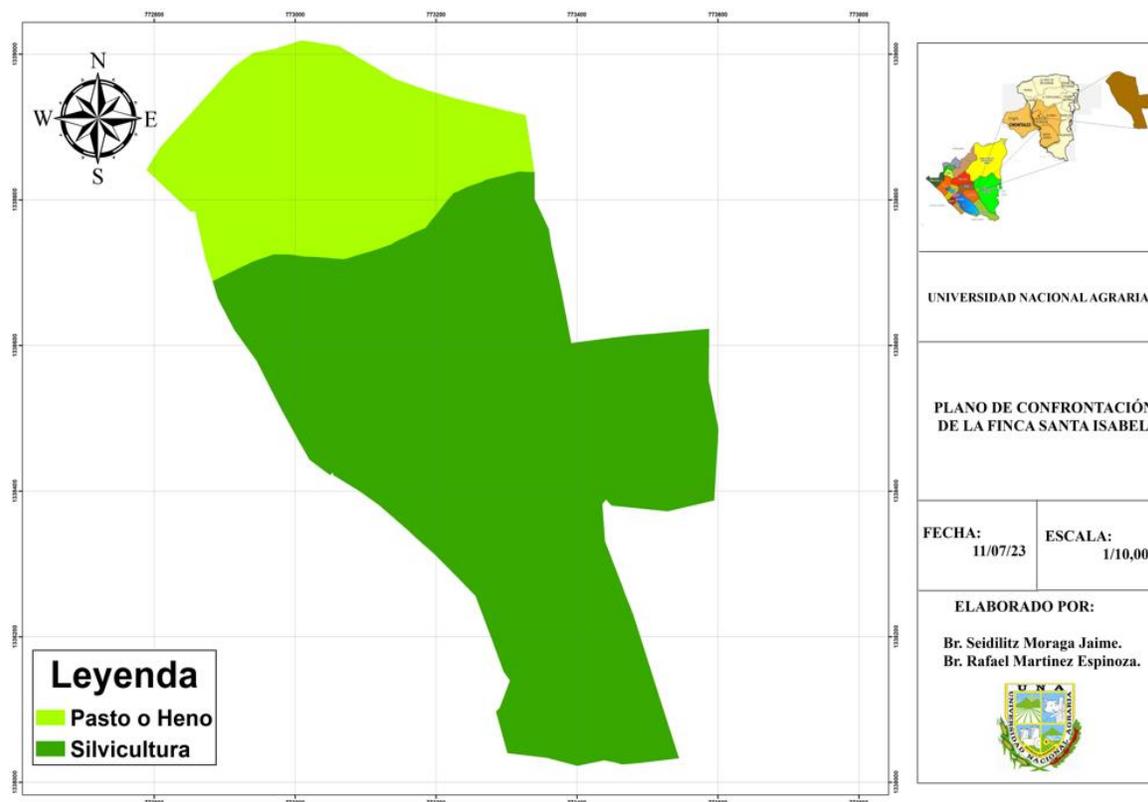


Figura 5. Plano de confrontación de uso

El 100% del área total que corresponde a 56 mz presenta categoría de conflictos de uso del suelo sobre utilizado, siendo la utilización del suelo por encima de su capacidad de uso, repercutiendo diferentes grados de deterioro de los suelos que se detalla en lo siguiente:

compactación: Provocada por la carga animal, lo que causa baja infiltración del agua, aumenta la erosión, limitando el desarrollo de las raíces y sellamiento de los poros.

erosión: Ocasionada por las altas precipitaciones, susceptibilidad del suelo, pendiente y el uso inadecuado del suelo por la carga animal, lo que causa sedimentación, arrastre desde la parte alta hasta la parte baja del terreno, compactación y materia orgánica

pérdida de materia orgánica: Causada por la erosión de la capa superficial, lo que provoca compactación, poca infiltración, lixiviación y estructura débil.

Cuadro 3. Matriz de Categorías de confrontación uso del suelo de la finca Santa Isabel

Confrontación de uso	Descripción
Sobreutilización	Suelo cuyo potencial no es agrícola, debería tener cubierta vegetal protector o áreas boscosas, extensión 56mz (100% del área de la finca)

VI. CONCLUSIONES

La finca Santa Isabel presenta un alto deterioro del recurso suelo debido a la intervención antrópica, a través de la presencia de las coberturas actuales en la zona junto con sus respectivos usos que se les están desarrollando, entre ellos tenemos que el 99.93 % de estos están siendo utilizados para la ganadería y un 0.07 % está siendo utilizado para cultivos tales como: coco, banano y caña de azúcar.

A través de los resultados que se determinó la clasificación agrológica de la zona implementando la metodología de la USDA en condiciones húmedas, se obtuvo que los suelos presentes en la finca Santa Isabel pertenecen a las clases IV y VI, donde la clase IV está presente con un 30.23 % y la clase VI con un 69.77 % en la zona.

Por medio de los resultados obtenidos proporcionados por el conflicto de uso del suelo en base a la aplicación de la metodología de la USDA adaptada a las condiciones húmedas, se determinó que el 100% del área total de la zona de estudio presenta conflicto es decir se está utilizando por encima de uso capacidad.

VII. RECOMENDACIONES

Involucrar procesos de seguimiento y conversatorios con los habitantes de la zona, con el fin de que conozcan sobre la realidad presente en los suelos que conforman sus propiedades.

Según la confrontación de uso se recomienda la utilización de especies de pasto Mombaza ya que tiene una rápida recuperación después del pastoreo que permite periodos cortos de descanso (21 a 28 días), pasto Retana y especies (canela, achiotes, clavo de olor etc.).

Implementar la búsqueda de alternativas de conservación de suelos, en especial las zonas con mayores accidentes topográficos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Araquistain, R. (2001). *Uso potencial de los suelos tropicales húmedos en la zona del atlántico de Nicaragua*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Environmental Systems Research Institute. (2018). *Crear mapas*. <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/10.4/use/get-started-with-maps.htm>
- Gámez Morales, W. R. (2015). *Texto básico autoformativo de topografía general*. Centro de investigación y documentación Agropecuaria (CENIDA).
- González F, C. (1989). *Suelos ácidos de Nicaragua*. Centro de investigación y documentación Agropecuaria (CENIDA).
- González Jaramillo, V., Pucha Cofrep, F., Fries, A., Cánovas García, F., Oñate Valdivieso, F. y Pucha Cofrep, D. (2017). *Fundamentos de SIG*. Ediloja Cia. Ltda. https://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf
- Guerra Rodriguez, S.A. (2014). *Determinación del conflicto de uso de suelo para las veredas las petacas y la correa del municipio de puerto rondón dentro de la cuenca del río cravo norte en el departamento de Arauca*. [Tesis de ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Bogota]. https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11729/Guerra%20Rodriguez%20Sergio_2014.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2021). *Clasificación de las tierras por su capacidad de uso*, Vol. (1), 1-41. <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202021/GAG/PC-GAG-05/IN-GAG-PC05-02%20Clasificacion%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>

Klingebiel, A.A y Montgomery, P. H. (1961). *Lan-Capability Classification*. Department of Agriculture.

Mendoza Corrales, R. B. y Corrales y Espinoza, A. (2017). *Guía técnica para muestreo de suelo*. Centro de investigación y documentación Agropecuaria (CENIDA).

Núñez Solís, J. (1985). *Fundamentos de Edafología*. Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica.

Sobejano, R. A. (2010). “*Metodología de evaluación de la capacidad de uso del suelo de la Provincia de Cabo Delgado (Mozambique) según Clases de Capacidad Agrológica*” [Tesis de ingeniería, Universidad Pública de Navarra]. Upna. <file:///C:/Users/Sub%20Direccion/Downloads/577291.pdf>

Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN). (2023). Ficha técnica Muelle de los Bueyes. *Observatorio de Autonomía Regional Multiétnica*. <https://observatorio.uraccan.edu.ni/territorios/raccs/muelle-delos-bueyes>

Zuñiga, C. (2012). *Introducción a la ingeniería civil, tipos de suelos en Nicaragua, química y formación de suelo*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://ingenieriaciviluninorte.files.wordpress.com/2012/05/suelos.doc>.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos generales para determinar uso potencial del suelo de la finca Santa Isabel

Coordenadas									
Número	x	y	Profundidad (cm)	Textura	Drenaje	Pendiente	pH	Quebrados	Clase
1	772855.928	1338933.218	70	arena franca muy fina	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{2\ 3\ 3\ 4}{D\ ee\ a_2}$	IV
2	772868.684	1338937.31	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{1\ 5\ 5\ 4}{D\ g\ ee\ a_2}$	IV
3	772876.521	1338957.607	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{1\ 5\ 5\ 4}{D\ 3\ g\ ee\ a_2}$	IV
4	772882.6	1338973.033	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{1\ 5\ 5\ 4}{D\ ee\ a_2}$	IV
5	772939.017	1338961.017	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{1\ 5\ 5\ 4}{D\ ee\ a_2}$	IV
6	772987.851	1338960.687	62	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{2\ 5\ 5\ 4}{D\ 1\ ee\ a_2}$	IV
7	773031.221	1339007.086	65	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{2\ 5\ 5\ 4}{D\ 1\ ee\ a_2}$	IV
8	773031.221	1339007.086	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{1\ 5\ 5\ 4}{D\ 3\ ee\ a_2}$	IV
9	772925.823	1338905.783	24	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	12%	2	$\frac{4\ 6\ 6\ 4}{E\ 3\ gg\ ee\ a_2}$	VI
10	772980.066	1338860.911	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	20%	2	$\frac{1\ 6\ 6\ 4}{E\ g\ ee\ a_2}$	VI
11	772950.814	1338868.811	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	20%	2	$\frac{1\ 6\ 6\ 4}{D\ 3\ g\ ee\ a_2}$	VI
12	773021.609	1338755.44	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	20%	2	$\frac{1\ 6\ 6\ 4}{D\ 3\ ee\ a_2}$	VI
13	773000.488	1338707.102	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	20%	2	$\frac{1\ 6\ 6\ 4}{E\ 3\ gg\ ee\ a_2}$	VI

Continuación

14	773057.19	1338977.753	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1664}{E3gee a_2}$	VI
15	773101.045	1338979.525	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	3	$\frac{1554}{Dee a_2}$	IV
16	773118.823	1338961.258	100	Arcilla con grumos	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{1664}{E3ee a_2}$	VI
17	773145.577	1338948.253	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{1554}{E3ee a_2}$	VI
18	773146.309	1338951.783	100	Arcilloso	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1664}{D1ee a_2}$	VI
19	773266.856	1338895.432	100	Arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	3	$\frac{1554}{Dee a_2}$	IV
20	773305.888	1338916.92	13	arcilla con grava	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{5664}{E3ggee a_2}$	VI
21	773296.959	1338818.498	16	arcilla con grava	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{5664}{E3ggee a_2}$	VI
22	773252.766	1338827.458	6	arcillosa	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{5664}{E3ggee a_2}$	VI
23	773224.381	1338843.81	25	arcillosa	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{4664}{E3ggee a_2}$	VI
24	773202.813	1338869.077	100	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{1664}{E1ee a_2}$	VI
25	773144.494	1338867.747	23	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{5664}{E3ggee a_2}$	VI
26	773119.798	1338840.684	10	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{5664}{E3ggee a_2}$	VI
27	772800.413	1338849.991	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	3	$\frac{1554}{D3gee a_2}$	IV
28	772819.639	1338871.751	60	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2554}{E3gee a_2}$	VI

Continuación

29	772866.199	1338862.217	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{1554}{E3gee a_2}$	VI
30	772903.647	1338896.319	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{1554}{E3gee a_2}$	VI
31	772842.078	1338800.38	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	3	$\frac{1554}{D3gee a_2}$	IV
32	772892.786	1338794.021	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	12%	3	$\frac{1554}{D3gee a_2}$	IV
33	772882.84	1338750.209	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1554}{E3gee a_2}$	VI
34	772920.423	1338749.815	100	arcillosa	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1664}{E3gee a_2}$	VI
35	772890.542	1338722.054	100	arcillo-limoso	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1554}{E3gee a_2}$	VI
36	773093.521	1338917.802	85	arcillosa	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{5664}{E3gee a_2}$	VI
37	772929.984	1338954.118	100	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	20%	3	$\frac{1554}{E3gee a_2}$	VI
38	772852.186	1338826.484	12	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{5664}{E3gee a_2}$	VI
39	773042.742	1338931.909	71	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2664}{E3gee a_2}$	VI
40	773058.83	1338919.697	65	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2664}{E3gee a_2}$	VI
41	773053.525	1338904.337	63	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2664}{E3gee a_2}$	VI
42	773101.471	1338941.672	68	arcillosa	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2664}{E3gee a_2}$	VI
43	773072.315	1338854.885	65	arcilloso-limoso	Drenaje imperfecto	30%	3	$\frac{2554}{E3gee a_2}$	VI

Anexo 2. Formato de descripción del suelo

Proyecto:			Fecha:		Autores:				Barrenada No.				
Localización: UTM:			Clasificación Taxonómica: 1- 2-				Clase de Capacidad: 1- 2-		Drenaje:				
Posición:			Forma del terreno:			Profundidad del manto freático:		Vegetación y Uso de la Tierra:					
Profundidad (cm)	Horizontes	Est. de Humedad	Color		Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Activ. Fauna	Límite	HCI	Gravas
			Seco	Húmedo									

Anexo 3. Leyenda para interpretar la clasificación agrologica

LEYENDA DE CAMPO PARA INTERPRETACIÓN DEL MAPA NACIONAL DE SUELOS

Por: Antonio Vessel, Efraín Sequeira, Ignacio Rodríguez, Eduardo Marín, Pedro Romero, Miguel Cáceres. CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1968.
Modificado en 2015 por Efraín Acuña (UNA), Oscar Turcios, Edgard Espinales, Gonzalo Bonilla (INETER).

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO (Numerador)

PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)		CC
1	> 90	Profundo I
2	60 – 90	Moderadamente profundo II
3	40 – 60	Poco profundo III
4	25 – 40	Superficial IV
5	< 25	Muy superficial VI VII VIII

VI pendiente 0 – 15%; VII pendiente 15 – 30%; VIII pendiente >30%

TEXTURA DEL PERFIL*		CC
0	MUY GRUESA Arena gruesa, grava	VIII
1	GRUESA Arena media, arena fina, arena muy fina, areno francoso grueso y areno francoso medio.	VI
2	MODERADA MENTE GRUESA Areno francoso muy fino, franco arenoso grueso, franco arenoso medio y franco arenoso fino.	IV
3	MEDIA Franco arenoso muy fino, franco, franco limoso y limo.	I
4	MODERADA MENTE FINA Franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso.	II
5	FINA Arcillo arenoso, arcillo limoso y arcilloso con menos de 60% de fracción arcilla (Arcilla media).	III
6	MUY FINA Arcilla pesada (Vertisoles) con > 60% de fracción arcilla.	V

*Ver Tabla CLASE DE CAPACIDAD POR GRUPO TEXTURAL clasifica por combinación de textura del suelo y subsuelo

DRENAJE INTERNO		CC
0	Drenaje excesivo	VIII
1	Drenaje ligero o moderadamente excesivo ¹	VI VII
2	Bien drenado ¹	I II
3	Moderadamente bien drenado	III
4	Drenaje imperfecto	IV V*
5	Drenaje pobre ²	V VI
6	Drenaje muy pobre ²	VII VIII

* Clase V los Vertisols, Clase IV otros suelos

¹Clase por textura. ²Clase por profundidad de la Tabla de agua

FACTORES LIMITANTES O MODIFICADORES DEL USO POTENCIAL DE LA TIERRA (Denominador)

PENDIENTE DEL TERRENO Y FORMA DEL RELIEVE			CC
A	0 – 8	Plano a moderadamente inclinado/ondulado	I II III V**
B	8 – 15	Fuertemente inclinado/ondulado	IV
C	15 – 30	Moderadamente escarpado - Colinado	VI
D	30 – 50	Escarpado - Montañoso	VII
E	50 – 75	Muy escarpado - Montañoso	VII
F	> 75	Precipicio - Acantilado	VIII

V o IX** = Clase de Capacidad V para Vertisoles, IX para los planos depresionales con drenaje pobre. Clases I, II, III, por variación de pendiente y relieve.

EROSION HÍDRICA (e), EÓLICA (v)			CC
e ₁	Moderada		III
e ₂	Fuerte. Fuerte restricción para uso y productividad		IV
e ₃	Severa. Protección de los Recursos Naturales		VI
v	Ligera a moderada ocasionada por el viento		III

FRAGMENTOS ROCOSOS (%)				CC
< 15	g ₁	Gravoso en la superficie		III
15 a 45	g ₂	Muy Gravoso en la superficie		IV
> 45	g ₃	Extremadamente Gravoso en la superficie		VI
< 15	G ₁	Gravoso en el perfil		III
15 a 45	G ₂	Muy Gravoso en el perfil		IV
> 45	G ₃	Extremadamente Gravoso en el perfil		VI
< 15	p ₁	Poco Pedregoso en la superficie		III
15 a 30	p ₂	Muy Pedregoso en la superficie		IV VI*
30 a 60	p ₃	Abundantemente Pedregoso en la superficie		VI VII*
> 60	p ₄	Dominantemente Pedregoso en la superficie		VII VIII*
< 15	P ₁	Pedregoso en el perfil		IV
15 a 60	P ₂	Muy Pedregoso en el perfil		VI VII*

*Clase de Capacidad por más o menos abundancia de los fragmentos

TABLA DE AGUA ALTA (w) (Profundidad/cm) Y RESTRICCIÓN PARA EL CRECIMIENTO DE RAÍCES

TABLA	Prof. cm	RESTRICCIÓN	CC
w ₁	>90	Ninguna	I
w ₂	60 – 90	Temporal	III II*
w ₃	40 – 60	Temporal	V IV*
w ₄	20 – 40	Severa	VII VI*
w ₅	<20	Muy severa	VIII

* Por profundidad de la Tabla de agua

INUNDACIONES (i)		CC
i ₁	Ocasionales	IV
i ₂	Frecuentes	VI VII*
i ₃	Permanentes	VIII

* Clase VI = Frecuentes
Clase VII = Muy Frecuentes

ACIDEZ DEL SUELO (a) – pH		CC
a ₁	Extremadamente ácido	VII
a ₂	Muy fuertemente a fuertemente ácido	VI
a ₃	Mediana a ligeramente ácido	III

pH < 4,6 Extremadamente ácido VII
pH 4,6 – 5,2 Muy fuertemente ácido VI
pH 5,2 – 5,6 Fuertemente ácido IV
pH 5,6 – 6,2 Medianamente ácido III
pH 6,2 – 6,6 Ligeramente ácido III

FERTILIDAD (f)				
f	pH	CIC	SB	CC
f ₁	a ₁	MB	MB	VII
*f ₂	a ₂	B	B	IV
f ₃	a ₃	M	M	III
f ₄	LaN	A	A	II

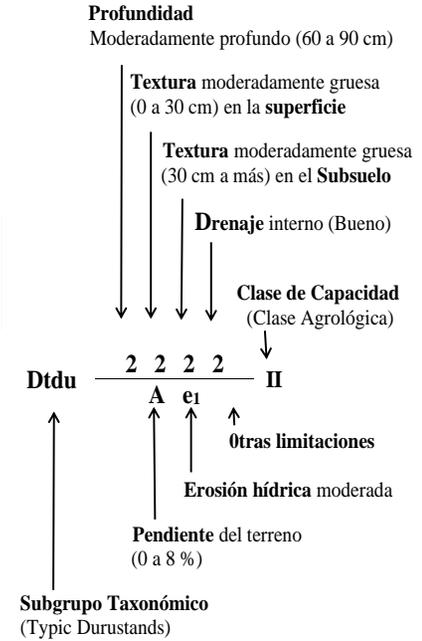
* f₂: Clase VI pH muy fuertemente ácido
Clase IV pH fuertemente ácido

CIC < 5 meq/100 gr suelo MB
CIC 5 – 15 meq/100 gr suelo B
CIC 15 – 25 meq/100 gr suelo M
CIC 25 – 40 meq/100 gr suelo A
LaN Ligeramente ácido a Neutro pH 6,6–7,2
SB < 20% MB
SB 20 – 35% B
SB 35 – 50% M
SB 50 – 80% A

SIGLAS TABLA FERTILIDAD

CC Clase de Capacidad
SB Saturación de Bases
CIC Capacidad de Intercambio Catiónico
pH Reacción del suelo / Acidez (a)
MB Muy Bajo. B Bajo. M Medio. A Alto

EJEMPLO DE SIMBOLO



*CLASE DE CAPACIDAD POR GRUPO TEXTURAL		
SECUENCIA TEXTURAL		CLASE CAPAC
SUELO	SUBSUELO	
3 – 4	3 – 4 – 5	I
(2) – 3 – 4 – (5)	(2) – 3 – 4 – 5	II
(1) – 2 – 3 – 4 – 5	2 – 3 – 4 – (5) ¹	III
1 – 2 – 3 – 4 – 5	(1) – 2 – 3 – 4 – 5 – (6)	IV
6	6	V
1	1	VI
1	0	VII
0	0	VIII

Entre paréntesis condición inmediata que clasifica
(5)¹ Arcilla media

Anexo 4. Cinta de pH

